

## HIGH-TEMPERATURE LEAD-FREE SOLDER ALLOY

**Patent number:** JP11151591  
**Publication date:** 1999-06-08  
**Inventor:** SATO KATSUYUKI; OKAZAKI KOICHIRO  
**Applicant:** TDK CORP  
**Classification:**  
- international: B23K35/26; H05K3/34  
- european:  
**Application number:** JP19970318103 19971119  
**Priority number(s):** JP19970318103 19971119

**Report a data error here**

### Abstract of JP11151591

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an alloy which is harmless to the environment, capable of achieving the stable feed from the resources viewpoint, and reduces the cost by containing Sb in a range of the prescribed wt.%, and the balance Sn. **SOLUTION:** A two-element peritectic high-temperature solder whose base metal is Sn, in particular, Sb-Sn solder has the composition consisting of 25-44 wt.% Sb, and the balance Sn, and a hot-temperature solder alloy is manufactured, which has the wet speed equivalent to that of a Pb-Sn hot-temperature solder, and is capable of maintaining the mechanical strength and the shape- holding property in a semi-molten condition at the temperature of  $\geq$  the solids temperature. Sn is a metal required to obtain the wetness fro a joining material, and essential for the base metal of the solder. Sb has the property to improve the mechanical strength at a high temperature through it becomes hard and brittle as its addition is increased.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**This Page Blank (uspto)**

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-151591

(43)公開日 平成11年(1999)6月8日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

B 2 3 K 35/26

3 1 0

B 2 3 K 35/26

3 1 0 A

H 0 5 K 3/34

5 1 2

H 0 5 K 3/34

5 1 2 C

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平9-318103

(22)出願日 平成9年(1997)11月19日

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 佐藤 勝幸

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72)発明者 岡崎 幸一郎

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74)代理人 弁理士 三澤 正義

(54)【発明の名称】 高温無鉛はんだ合金

(57)【要約】

【課題】 本発明は、従来のPb-Sn系高温はんだ合金とほぼ同等なはんだめれ速度を有し、固相線温度以上の半熔融状態（特に260℃以上）で機械的強度や形状保持性が維持可能なSb-Sn系高温無鉛はんだ合金を提供する。

【解決手段】 Sb-Sn系高温無鉛はんだ合金は、Snの添加量が25%重量から44重量%の範囲内であり、残りがSnからなっている。

					引張溶断温度(℃)			
					引張荷重			
成分組成(重量%)					2g	60g	100g	
Sb					Sn	Pb		
Pb-Sn高温はんだ	合金No. 1	—	5	95	310	310	305	
	合金No. 2	—	10	90	280	280	275	
Sb-Sn高温はんだ	合金No. 3	5	95	—	250	245	245	
	合金No. 4	10	90	—	250	245	245	
	合金No. 5	22	78	—	255	255	255	
	合金No. 6	33	67	—	330	290	270	
	合金No. 7	44	56	—	380	350	340	

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 25重量%から44重量%の範囲内のSbを含み、残りがSnからなることを特徴とする高温無鉛はんだ合金。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロエレクトロニクス等の分野で例えばプリント基板等に実装する電子部品の内部接合等に使用可能な高温無鉛はんだ合金に関する。

【0002】

【従来の技術】一般的な高温はんだに対しては、高温で溶融しないまたは溶融しにくく（すなわち耐リフロー性を有し）、高温時に機械的強度が維持できること等が要求されている。ここで、高温はんだとは、固相線温度が183°C以上であるはんだをいう。

【0003】一般に、Pb-Sn系では、Pbが95重量%、Snが5重量%である高温はんだ（固相線温度は307°C、液相線温度は327°C）や、Pbが90重量%、Snが10重量%である高温はんだ（固相線温度は270°C、液相線温度は301°C）が用いられている。また、Pb-Ag系では、Pbが97.5重量%、Agが2.5重量%である高温はんだ（固相線温度は304°C、液相線温度は304°C）が用いられている。さらに、Pb-Ag-Sn系では、Pbが97.5重量%、Agが1.5重量%、Snが1重量%である高温はんだ（固相線温度は309°C、液相線温度は309°C）が用いられている。

【0004】上述した高温はんだには、コストを低減するためや耐リフロー性を得るために、Pbが90重量%以上含まれている。さらに、例えば、電子部品のコイルやトランス等の内部には磁性材料等の支持体に絶縁被覆導線が巻線されている。このような巻線の端部と素子等を接合する場合にははんだ付けが一般に行われているが、はんだ付けの際には絶縁被覆導線のポリウレタン等からなる被覆部分をはんだの熱等によって破壊しないとはんだ付けを行うことができないため、はんだ付けの温度として380°Cから420°Cの範囲内が一般的に採用されており、このような理由からも上述した高温はんだにはPbが90重量%以上含まれている。

【0005】ところで、現在、基板等と電子部品等との接合には、Pb-Sn系では、Pbが37重量%、Snが63重量%であるはんだ（固相線温度は183°C、液相線温度は183°C）、Pb-Ag-Sn系では、Pbが36重量%、Agが2重量%、Snが62重量%であるはんだ（固相線温度は179°C、液相線温度は190°C）がそれぞれ用いられ、一般に220°Cから240°Cの範囲内のリフロー温度ではんだ付けが行われている。

【0006】なお、基板に実装される電子部品等の内部

接合に使用されているはんだが上述のはんだ付けの際に溶融すると、溶融したはんだが流れ出したり、流れ出したはんだが球状となって例えば高密度精細ピッチ化された基板上の回路をブリッジしたりする。これを避けるためには、上述したリフロー温度においても溶融しない、または溶融しにくい（すなわち耐リフロー性を有する）はんだを使用する必要がある。従って、一般には、固相線温度が少なくとも240°C以上である高温はんだが用いられている。

10 【0007】以上のように、Pbははんだに不可欠な金属であり、Pbを含むはんだは電子機器の接合プロセスにおいて長い年月を経て最も有効なはんだとして用いられており、またその信頼性も確立されてきていた。しかし、このようなはんだが使用されている電子機器製品の自然界への廃棄等によってははんだに含まれるPbが徐々に溶出して地下水のPb汚染を招くことから、Pbを含むはんだを使用することは重要な環境汚染問題の1つとなっている。

20 【0008】従って、上述のPbを含むPb-Sn系共晶はんだまたは共晶近傍のはんだの代わりにPbフリーはんだ（無鉛はんだ）の開発に対する要求が高まっている。このようなはんだとしては、Sn-Ag系、Sn-Zn系、およびSn-Bi系のはんだが有望であるが、これらのはんだの液相線温度は基板等と電子部品等との接合において現在使用されているはんだの液相線温度よりも10°Cから20°C高くなる。従って、はんだ付けの際の一般的なリフロー温度は230°Cから260°Cの範囲内であると予想される。そのため、このようなリフロー温度においても溶融しない、または溶融しにくい（すなわち耐リフロー性を有する）高温無鉛はんだの開発が進められている。

30 【0009】特開平7-51883号公報には、Sbが0.1重量%から5重量%、Biが10重量%から20重量%、Znが4重量%から6重量%、Agが0.1重量%から3重量%、残りがSnからなる無鉛はんだ合金が開示されており、特開平7-88679号公報には、Sbが2.5重量%から3.5重量%、Biが1.5重量%から2.5重量%、Cuが1重量%から2重量%、残りがSnからなる無鉛はんだ合金が開示されており、  
40 特開平8-164495号公報には、Znが3重量%から5重量%、Biが10重量%から23重量%、残りがSnからなる無鉛はんだ合金が開示されている。これらの無鉛はんだ合金は、上述した基板等と電子部品等の接合に使用されている共晶はんだまたは共晶近傍のはんだの代わりに用いられるが、これらは上述したリフロー温度（230°Cから260°Cの範囲内）では完全に溶融することから、上述の要求を満足する高温無鉛はんだとして使用することができない。

50 【0010】また、特開昭49-38858号公報には、Sbが3重量%から8重量%、Agが2重量%から

4重量%、Biが0.5重量%から20重量%、Cuが0.5重量%から1.5重量%、残りがSnからなる高温はんだが開示されており、特開昭54-61050号公報には、Sbが5重量%から10重量%、残りがSnからなるSb-Sn系合金に0.01重量%から0.5重量%のNiを添加した高温はんだが開示されている。これらの高温無鉛はんだでは、100°Cまたは150°Cの温度においても機械的強度が維持されまたは安定な機械的強度を有するが、これらの固相線温度は240°C以下であり、また固相線温度以上の温度の半溶融状態で機械的強度や形状保持性を維持できない。従って、これらを上述した要求を満足する高温無鉛はんだとして使用することができない。

【0011】さらに、特開昭61-269998号公報には、0.5重量%から25重量%のSbと1重量%から30重量%のAgの少なくともどちらか一方を含み、不可避不純物としての酸素の含有量を5ppm以下とし、さらに平均結晶粒径を3μm以下としたSn高温はんだ合金が開示されている。この高温はんだ合金は、Pbを含まず、特に半導体チップの接合部分等に使用されており、熱疲労特性に優れている。しかし、そのために、酸素の含有量を5ppm以下とし、さらに、平均結晶粒径を3μm以下としているので、このような高温はんだの製造時に不活性ガス雰囲気中、真空中等において急冷凝固を行う必要がある。これにより、従来の設備をそのまま使用してこのようなはんだを製造することができないので、設備投資または設備の改造が必要となる。また、従来の高温はんだと比較してその製造コストが非常に高くなる。

【0012】一般的に、溶融温度域（固相線温度から液相線温度の範囲内）が450°C以下である合金材料をはんだと呼んでいるが、固相線温度が260°C以上であるはんだでは、ベース金属はPbであるため、Pbが含まれている。Pbを含まないはんだとしては、Auが80重量%でSnが20重量%である高温はんだ（固相線温度が280°C、液相線温度が280°C）があるが、Au-Sn系の高温はんだは、従来の高温はんだと比較してコストが非常に高くなる。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、種々の高温はんだが研究および開発されているが、地下水の汚染等で問題となっているPbを含むことなく、コストを低減し、従来のPb-Sn系高温はんだとほぼ同等なはんだぬれ速度を有し、固相線温度以上の温度の半溶融状態（特に260°C以上）で機械的強度や形状保持性を維持可能な高温はんだを作製することは難しかった。

【0014】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、コストを低減し、従来のPb-Sn系高温はんだとほぼ同等なはんだぬれ速度を有し、固相線温度以上の温度の半溶融状態（特に260°C

C以上）で機械的強度や形状保持性を維持可能な高温無鉛はんだ合金を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の高温無鉛はんだ合金は、25重量%から44重量%の範囲内のSbを含み、残りがSnからなることを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0017】通常、2元系合金の液体と固体の状態の組合わせとしては、1）液体状態で完全に溶け合い、固体状態でも完全に溶け合う場合、2）液体状態で完全に溶け合い、固体状態でも一部溶け合う場合、3）液体状態で完全に溶け合い、固体状態では全く溶け合わない場合、4）液体状態で一部溶け合い、固体状態でも一部溶け合う場合、5）液体状態で一部溶け合い、固体状態では全く溶け合わない場合、6）液体状態でも固体状態でも全く溶け合わない場合の6つに限られる。

【0018】なお、固相線温度以下では、1つまたは2つの固体が存在し、液相線温度以下では、1つまたは2つの液体が存在する。また、固相線温度と液相線温度との間は半溶融状態であり、固体と液体が混在している。

【0019】電子機器等の接合プロセスには、上述の1）から3）の場合のはんだ合金が使用されている。

【0020】これまで、固相線温度以上の温度の半溶融状態では、機械的強度や形状保持性は維持できないと考えられてきたが、ベース金属をSnとした2元系の包晶型合金系（Sb-Sn、Ag-Sn、Cu-Sn等）の高温はんだ、特にSb-Sn系はんだについて、Sbを25重量%から44重量%とし、残りをSnとした組成とすることにより、従来のPb-Sn系高温はんだと同等のはんだぬれ速度を有し、固相線温度以上の温度の半溶融状態（特に260°C）で機械的強度や形状保持性が維持可能な高温はんだ合金を作製することができた。

【0021】従って、このような高温はんだ合金を用いれば、例えばプリント基板と電子部品とをはんだ付けする際の260°C以上のリフロー温度で電子部品の内部接合等に使用されている高温はんだが完全に溶融することなく、はんだが流れだすことを防ぐことができる。

【0022】なお、高温はんだ合金の組成を上記のように限定したのは次のような理由からである。

【0023】すなわち、Snは、接合材料に対するぬれ性を得るために必要な金属であり、はんだのベース金属として必須の金属であるからである。なお、ぬれ性Sは、銅基板に対するはんだのぬれを示し、次式で表される。

【0024】 $S = (D - h) / D \times 100 (\%)$

ここで、Dは銅基板上のはんだが溶融した時に全くぬれ広がらず球状になったと仮定した場合の球の直径であ

り、hは銅基板上のはんだが溶融した時ののはんだの高さである。

【0025】一方、Sbは、その添加量の増加に伴って、硬くて脆くなるが、高温での機械的強度（クリープ特性等）を向上させる性質を有するからである。

【0026】ところで、Snをベース金属とした2元素の中で、Sb-Snの固相線温度は246°Cと最も高く、Sbが0から9.0重量%での固相線温度または液相線温度は232°Cから240°Cであり、Sbが10.5重量%から42重量%での固相線温度は246°Cであることが状態図から知られている。

【0027】以下、本発明の実施の形態の高温無鉛はんだ合金について説明する。

【0028】ここでは、2つの成分組成の異なるPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態の5つの成分組成の異なるSb-Sn系高温はんだ合金とを作製し、それぞれ種々の測定を行うことによりその特性を評価する。

【0029】まず、作製した高温はんだ合金の溶融温度域を示差走査熱量分析装置（DSC）を用いて測定した。測定条件は次の通りである。

【0030】

サンプル量 : 25mg

アンブレレンジ : 10mJ/秒

昇温速度 : 5°C/分

なお、図19に示すように、固相線温度は吸熱開始点の延長線（DSCカーブの平らな部分）と吸熱ピーク温度1の接線の交差する点に対応する温度、液相線温度は吸熱が完全に終了した点に対応する温度としている。また、吸熱があった順序で吸熱ピーク温度1、吸熱ピーク温度2、および吸熱ピーク温度3としている。

【0031】図1は従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の溶融温度域（固相線温度、吸熱ピーク温度、液相線温度）の測定結果を示す図、図2は従来のPb-Sn系高温はんだ合金においてSnの添加量が5重量%から10重量%の範囲内である場合の溶融温度域の測定結果を示す図、図3は本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金においてSbの添加量が5重量%から44重量%の範囲内である場合の溶融温度域の測定結果を示す図である。なお、図2において縦軸は温度（°C）、横軸はSnの添加量（重量%）を示し、図3において縦軸は温度（°C）、横軸はSbの添加量（重量%）を示している。

【0032】図1、図2および図3から、Pb-Sn系高温はんだ合金（合金No. 1およびNo. 2）において、Snの添加量が5重量%から10重量%の範囲内での固相線温度は270°Cから307°C、その範囲内での液相線温度は307°Cから321°Cであり、Sb-Sn系高温はんだ合金（合金No. 3からNo.

7）において、Sbの添加量が5重量%から44重量%の範囲内での固相線温度は237°Cから244°C、その範囲内での液相線温度は253°Cから415°Cである。これにより、Sb-Sn系高温はんだ合金における液相線温度は、Sbの添加量が5重量%から増加するに伴って上昇し、Snの添加量が22重量%以上においてPb-Sn系高温はんだ合金の液相線温度より高くなっていることがわかる。

【0033】次に、作製した高温はんだ合金の種々の引張荷重における引張溶断温度を熱機械分析装置（TMA）を用いて測定した。測定条件は次の通りである。

【0034】

引張荷重 : 2g、50g、100g

サンプル寸法 : 縦10mm×横5mm×厚さ1mm

サンプルレンジ : 2000μm

昇温速度 : 5°C/分

なお、ここでは、はんだの伸び寸法が急激に増加した場合の温度を引張溶断温度としている。

【0035】図4から図10は従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重におけるはんだの伸び寸法の測定結果を示す図である。なお、図4から図10において、縦軸ははんだの伸び寸法（×10μm）、横軸は温度（°C）をそれぞれ示している。

【0036】図4から図10に示すように、例えば、引張荷重が100gである場合、Pb-Sb系高温はんだ合金（合金No. 1およびNo. 2）の固相線温度およびSb-Sn系高温はんだ合金（合金No. 3およびNo. 4）の固相線温度はそれぞれはんだの伸び寸法が急激に増加する温度（引張溶断温度）とほぼ一致している。これは、固相線温度＝引張溶断温度であるから、これらの高温はんだ合金（合金No. 1からNo. 4）は固相線温度以上の温度の半溶融状態では機械的強度や形状保持性を維持できないことを示している。一方、Sb-Sn系高温はんだ合金（合金No. 5からNo. 7）においては、固相線温度に達してもはんだの伸び寸法に急激な増加は見られない。これは、固相線温度＜引張溶断温度（＝固相線温度＋約15°C以上）であるから、これらの高温はんだ合金（合金No. 5からNo. 7）は固相線温度以上の温度の半溶融状態でも機械的強度や形状保持性を維持できることを示している。従って、この結果から、Sbの添加量を22重量%から44重量%の範囲内にし、残りをSnからなる組成とすることにより、固相線温度以上の温度の半溶融状態でも機械的強度や形状保持性を維持可能な高温無鉛はんだ合金を作製することができる。

【0037】図11は従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重における引張溶断温度の測定結果を示す図であり、図12は従来のPb-Sn系高温はんだ合

金においてSnの添加量が5重量%から10重量%の範囲内である場合の引張溶断温度の測定結果を示す図、図13は本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金においてSbの添加量が5重量%から44重量%の範囲内である場合の引張溶断温度の測定結果を示す図である。図12において、縦軸は引張溶断温度(°C)、縦軸はSnの添加量(重量%)を示し、図13において、縦軸は引張溶断温度(°C)、縦軸はSbの添加量(重量%)を示している。

【0038】図12に示す従来のPb-Sn系高温はんだ合金では、Snの添加量が増加しても引張溶断温度に大きな変化は見られず、むしろ低下している。しかし、図13に示す本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金では、Sbの添加量が22重量%付近から増加するに従って引張溶断温度も増加する傾向が見られる。特に、Sbの添加量が33重量%を越えた付近で従来のPb-Sn系高温はんだ合金と同等の引張溶断温度が得られ、Sbの添加量が44重量%では従来のPb-Sn系高温はんだ合金よりも引張溶断温度が約11%から約35%も高くなっていることがわかる。

【0039】なお、固相線温度(240°C)以上の温度の半溶融状態(特に260°C以上)でも機械的強度や形状保持性を維持可能な高温無鉛はんだを得るためには、引張溶断温度が260°Cである必要がある。図13に示すように、引張溶断温度を260°C以上とする場合に必要なSbの添加量は、引張荷重が2gでは23重量%以上、引張荷重が50gでは25重量%以上、引張荷重が100gでは29重量%以上である。

【0040】ここで、引張荷重が2gである場合には、形状保持性の維持を期待できるが、機械的強度はほとんどないと考えられる。しかし、引張荷重が50gである場合には十分な機械的強度と形状保持性を維持できる。従って、引張溶断温度が260°C以上で引張荷重が50gである場合のSbの添加量である25重量%は少なくとも必要である。

【0041】以上のことから、Sbの添加量を25重量%

サンプル	:	酸化銅板
サンプル寸法	:	縦15mm×横15mm×厚さ0.5mm
浸漬深さ	:	1.0mm
浸漬速度	:	2.0mm/秒
温度	:	325°C、350°C、375°C、400°C
液状フラックス	:	RAタイプ、なお、固形分量は30重量%、ハロゲン含有量は0.12重量%、比重は0.857(20°C)

なお、図20に示すように、はんだぬれ速度(ゼロクロス時間)をメニスコグラフ装置で測定した場合に得られるメニスカスカーブにおいて、ゼロクロス時間ははんだのぬれの進行における状態Bから状態Eに達するまでの時間である。

【0047】図16は従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金

\*%から44重量%の範囲内にし、残りをSnからなる組成とすることにより、固相線温度以上の温度の半溶融状態(特に260°C以上)でも機械的強度や形状保持性を維持可能な高温無鉛はんだ合金を作製することができる。

【0042】図14および図15は従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重における半溶融領域(引張溶断温度と固相線温度の間の温度領域)を示す図である。なお、図15において、縦軸は半溶融領域(°C)、横軸は引張荷重(g)を示している。ここで、半溶融領域は引張溶断温度と固相線温度との差で示される。

【0043】図14および図15からわかるように、Sb-Sn系高温はんだ合金(合金No. 6およびNo. 7)の半溶融領域はその他の高温はんだ合金(合金No. 1からNo. 5)の半溶融領域と比較して大きいことから、そのような高温はんだ合金(合金No. 6およびNo. 7)では、固相線温度以上の温度の半溶融状態でも機械的強度や形状保持性を維持できる温度範囲が広がっている。例えば、引張荷重が100gである場合のSb-Sn系高温はんだ合金(合金No. 6)では270°Cまで、Sb-Sn系高温はんだ合金(合金No. 7)では340°Cまでは機械的強度や形状保持性を維持できることを示している。

【0044】以上の結果から、Sbの添加量を25重量%から44重量%の範囲内にし、残りをSnからなる組成とすることにより、固相線温度(240°C)以上の温度の半溶融状態(特に260°C以上)でも機械的強度や形状保持性を維持可能な高温無鉛はんだ合金を作製することができる。

【0045】次に、作製した高温はんだ合金のはんだぬれ速度(ゼロクロス時間(ZCT))をメニスコグラフ装置を用いて測定した。測定条件は次の通りである。

【0046】

のはんだぬれ速度(ゼロクロス時間)の測定結果を示す図、図17は従来のPb-Sn系高温はんだ合金においてSnの添加量が5重量%から10重量%の範囲内である場合のはんだぬれ速度(ゼロクロス時間)の測定結果を示す図、図18は本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金においてSbの添加量が5重量%から44重量%の範囲内である場合のはんだぬれ速度(ゼロク

ロス時間)の測定結果を示す図である。なお、図17において、縦軸ははんだぬれ速度(ゼロクロス時間)

(秒)、横軸はSnの添加量(重量%)を示し、図18において、縦軸ははんだぬれ速度(ゼロクロス時間)

(秒)、横軸はSbの添加量(重量%)を示している。なお、図16から図18において、ゼロクロス時間(ZCT)が短いほど、はんだぬれ速度が速いことを示している。

【0048】一般に、Sbの添加量の増加に伴ってはんだぬれ性は悪くなることが知られている。これは、はんだ付けの温度が300°C以下でPb-Sn系共晶はんだまたはPb-Sn系共晶近傍のはんだと比較した場合である。一方、図16、図17、および図18からわかるように、Sbの添加量が33重量%以下である場合には、従来のPb-Sn系高温はんだ合金と同等またはそれ以上のはんだぬれ速度を有するSb-Sn系高温はんだ合金が得られている。一方、Sbの添加量が44重量%である場合には、従来のPb-Sn系高温はんだ合金と比較してSb-Sn系の高温はんだ合金のはんだぬれ速度は遅くなっている。しかし、例えば、このような高温はんだ合金を窒素雰囲気中で用いれば、またはこのような高温はんだ合金に水溶性フラックス等の活性力の大きいフラックスを使用すれば、はんだぬれ速度を改善することができる。

【0049】なお、Sbの添加量が45重量%以上である場合には、固相線温度が325°Cとなり、はんだ付けの温度も450°C以上が予想されるので、現在使用している材料では耐熱性に問題が生じる。

【0050】本発明においてSb-Snの2元系の高温はんだ合金を作製した理由は、上述の高温はんだ合金の組成に例えばAg、In、Bi、Cu等の元素を1種類以上添加した場合、はんだの硬さ、脆さ、伸び、ぬれ性等は改善されるが、固相線温度が低下するかまたは液相線温度が上がって溶融温度域が広がるため、その使用が困難となるからである。また、AgやInは非常に高価であり、BiはPb精錬の副産物であるので、コストや材料供給の安定性に問題が生じるためである。

【0051】

【発明の効果】以上、本発明によれば、Sn-Sn系において、Snの添加量を25重量%から44重量%の範囲内にし、残りをSnからなる組成とすることにより、地下水の汚染等で問題となるPbを全く含んでいないことから環境に対して無害であり、資源的にも安定供給が可能であり、コストを軽減でき、はんだ製造設備や電子部品の製造設備の投資や改造を行うことなく従来の製造設備をそのまま使用することができ、従来のPb-Sn系高温はんだ合金と比較して同等のはんだぬれ速度を有し、固相線温度以上の温度の半溶融状態(特に260°C以上)で機械的強度や形状保持性が維持でき、従来のPb-Sn系高温はんだ合金の代わりに使用できる高温

無鉛はんだ合金を作製することができる。

【0052】従って、本発明のSb-Sn系高温無鉛はんだ合金は、特にマイクロエレクトロニクスの分野で例えばプリント基板等に実装する電子部品の内部接合に使用することができ、その使用用途は非常に幅広い。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の溶融温度域の測定結果を示す図である。

【図2】従来のPb-Sn系高温はんだ合金においてSnの添加量が5重量%から10重量%の範囲内である場合の溶融温度域の測定結果を示す図である。

【図3】本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金においてSbの添加量が5重量%から44重量%の範囲内である場合の溶融温度域の測定結果を示す図である。

【図4】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重におけるはんだの伸び寸法の測定結果を示す図である。

【図5】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重におけるはんだの伸び寸法の測定結果を示す図である。

【図6】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重におけるはんだの伸び寸法の測定結果を示す図である。

【図7】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重におけるはんだの伸び寸法の測定結果を示す図である。

【図8】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重におけるはんだの伸び寸法の測定結果を示す図である。

【図9】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重におけるはんだの伸び寸法の測定結果を示す図である。

【図10】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重におけるはんだの伸び寸法の測定結果を示す図である。

【図11】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重における引張溶断温度の測定結果を示す図である。

【図12】従来のPb-Sn系高温はんだ合金においてSnの添加量が5重量%から10重量%の範囲内である

場合の引張溶断温度の測定結果を示す図である。

【図13】本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金においてSbの添加量が5重量%から44重量%の範囲内である場合の引張溶断温度の測定結果を示す図である。

【図14】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重における半溶融領域（引張溶断温度と固相線温度の間の温度領域）を示す図である。

【図15】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金の種々の引張荷重における半溶融領域を示す図である。

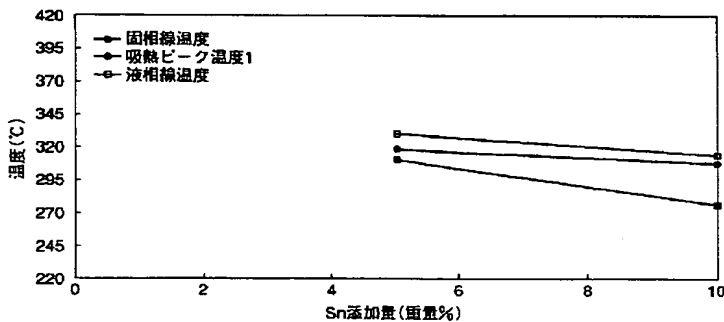
【図16】従来のPb-Sn系高温はんだ合金と本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金のはんだぬれ速度（ゼロクロス時間）の測定結果を示す図である。

【図17】従来のPb-Sn系高温はんだ合金において\*

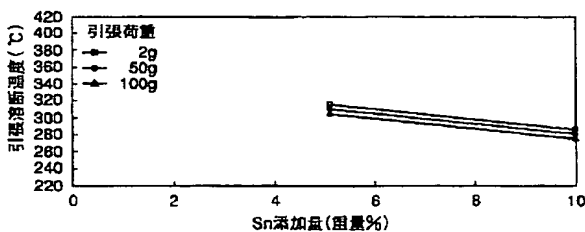
【図1】

		成分組成 (重量%)			溶融温度域 (DSC ℃)				
		Sb	Sn	Pb	固相線温度	融解ピーク温度1	融解ピーク温度2	融解ピーク温度3	液相線温度
Pb-Sn高温はんだ	合金No. 1	—	5	95	307	315	—	—	321
	合金No. 2	—	10	90	270	301	—	—	307
Sb-Sn高温はんだ	合金No. 3	5	95	—	237	244	—	—	253
	合金No. 4	10	90	—	244	250	—	—	268
	合金No. 5	22	78	—	241	249	326	—	340
	合金No. 6	33	67	—	244	250	332	373	379
	合金No. 7	44	56	—	244	248	330	406	415

【図2】



【図12】



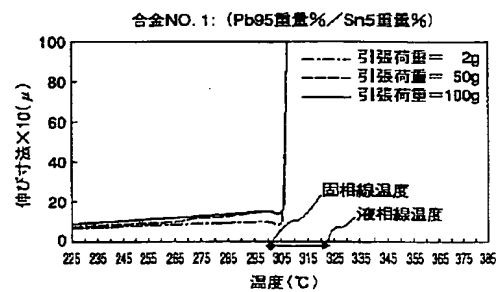
\* Snの添加量が5重量%から10重量%の範囲内である場合のはんだぬれ速度（ゼロクロス時間）の測定結果を示す図である。

【図18】本発明の実施の形態のSb-Sn系高温はんだ合金においてSbの添加量が5重量%から44重量%の範囲内である場合のはんだぬれ速度（ゼロクロス時間）の測定結果を示す図である。

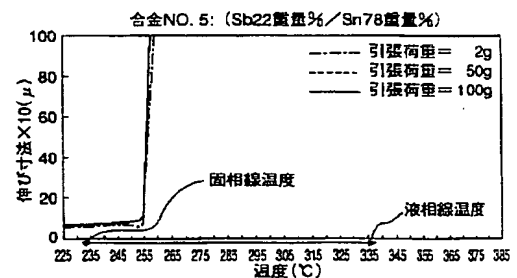
【図19】本発明の実施の形態における作製した高温はんだ合金の溶融温度域を示差走査熱量分析装置で測定した場合に得られるDSCカーブおよび温度上昇カーブの関係を示す図である。

【図20】本発明の実施の形態における作製した高温はんだ合金のはんだぬれ速度（ゼロクロス時間）をメニスコグラフ装置で測定した場合に得られるメニスカスカーブを示す図である。

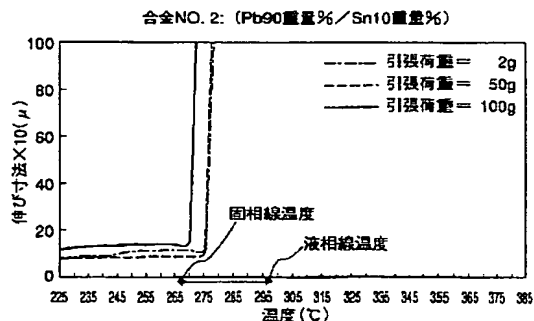
【図4】



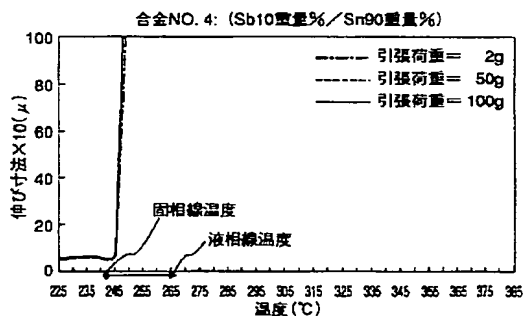
【図8】



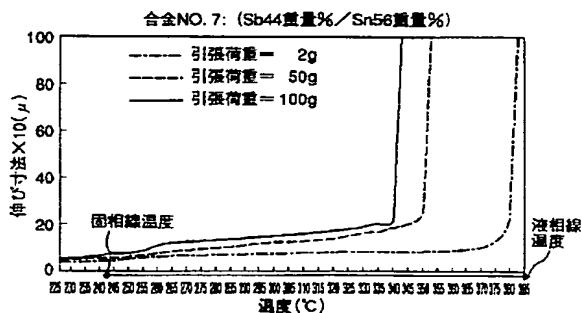
【図5】



【圖 7】



【图 10】



【圖 13】

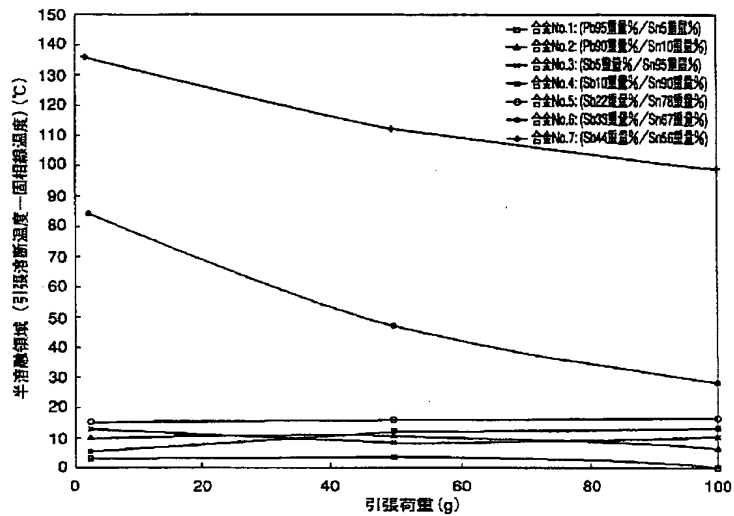
Figure 1 is a line graph showing the relationship between the amount of Sb added (mass %) on the x-axis and the tensile strength (kg/mm²) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 45 with major ticks every 5 units. The y-axis ranges from 220 to 420 with major ticks every 20 units. Three data series are plotted, representing different tensile strengths: 2g (open circles), 60g (filled circles), and 100g (filled triangles). All three series start at approximately 240 kg/mm² for 5% Sb and remain relatively flat until about 25% Sb. Beyond 25% Sb, the tensile strength increases for all series, with the 100g series showing the highest values and the 2g series showing the lowest values. A vertical dashed line is drawn at 25% Sb, and a horizontal dashed line is drawn at 240 kg/mm².

Sb添加量 (質量%)	2g (kg/mm²)	60g (kg/mm²)	100g (kg/mm²)
5	240	240	240
10	240	240	240
20	245	245	245
25	250	250	250
33	270	300	330
45	320	340	380

【図14】

半溶融領域 (引張溶解温度-固相線温度) (°C)							
引張荷重	合金No. 1	合金No. 2	合金No. 3	合金No. 4	合金No. 5	合金No. 6	合金No. 7
2g	3	10	13	6	15	84	136
50g	3	10	8	11	15	46	111
100g	0	5	8	11	15	26	96

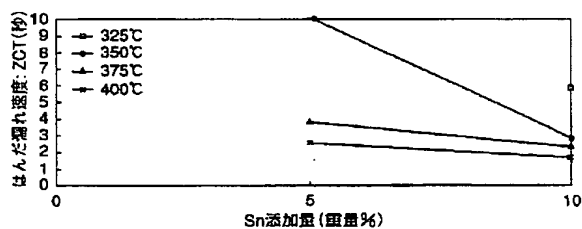
【図15】



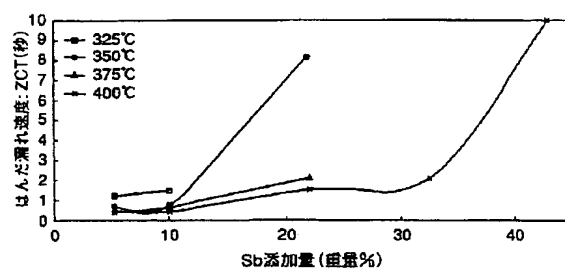
【図16】

		成分組成 (重量%)			メニスコグラフ ZCT (ゼロクロス時間): 秒			
		Sb	Sn	Pb	325°C	350°C	375°C	400°C
Pb-Sn高温はんだ	合金No. 1	—	5	95	—	>10.0	3.6	2.3
	合金No. 2	—	10	90	5.6	2.4	1.8	1.2
Sb-Sn高温はんだ	合金No. 3	5	95	—	1.2	0.6	0.4	0.4
	合金No. 4	10	90	—	1.4	0.7	0.6	0.4
	合金No. 5	22	78	—	—	7.9	1.9	1.3
	合金No. 6	33	67	—	—	—	—	1.9
	合金No. 7	44	56	—	—	—	—	>10.0

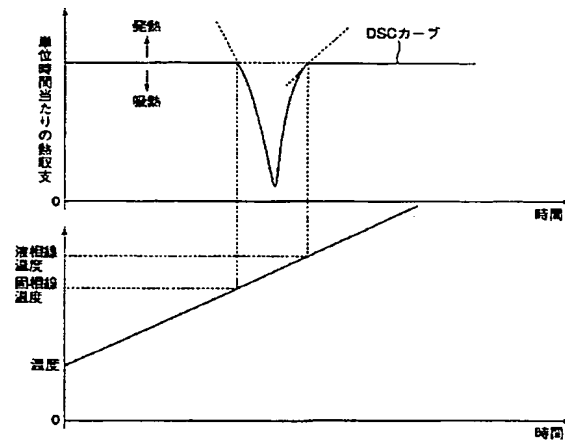
【図17】



【図18】



【図19】



【図20】

